

## Rancang Bangun Sistem Jaringan Nirkabel untuk Pemantauan Penggunaan Air Pelanggan PDAM

Sean Satya Henura<sup>\*1</sup>, Triyogatama Wahyu Widodo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi S1 Elektronika dan Instrumentasi; Sekip Utara Bulaksumur

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: <sup>\*1</sup>[sean.sahenura@gmail.com](mailto:sean.sahenura@gmail.com), <sup>2</sup>[yogatama@mail.ugm.ac.id](mailto:yogatama@mail.ugm.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini membuat rancang bangun sistem untuk memantau data penggunaan air pelanggan PDAM melalui jaringan nirkabel. Dalam skala kecil, sistem ini diperuntukkan bagi pelanggan yang tidak memiliki akses terhadap riwayat pemakaian airnya, sehingga mempersulit pengelolaannya. Pada skala yang lebih besar, sistem ini menjadi solusi atas permasalahan perusahaan yang dalam mengumpulkan data penggunaan air pelanggannya masih perlu mendatangi satu persatu rumah mereka setiap bulan.

Sistem ini dibuat dengan memasang komponen pada meteran air yang mampu mengirimkan data perhitungannya ke sebuah server untuk disimpan dalam database MySQL. Sedangkan untuk pemantauannya digunakan suatu aplikasi pada smartphone android yang dapat meminta kepada server data-data pada waktu yang diinginkan para pengguna. Data dikirimkan menggunakan protokol HTTP melalui jaringan internet, yang didapat dari modul Ethernet pada meteran air, dan koneksi seluler atau wifi pada smartphone android..

Hasil yang diperoleh dari pengujian menunjukkan bahwa secara fungsional, pemantauan dapat dilakukan dengan baik. Kelima protokol yang diuji terbukti dapat bekerja sesuai dengan rancangan yang diharapkan dengan kisaran bandwidth total yang diperlukan atas data-data yang dikirim dan diterima mulai dari meteran air hingga smartphone ialah 1,046 Kbps. Ini menunjukkan bahwa pengiriman data dari meteran air dan penyimpanan data di database server juga berhasil dilakukan.

**Kata kunci**—HTTP, Android, Layanan berbasis lokasi, Pemantauan

### Abstract

This study builds system prototype to monitor customer's usage of water provided by PDAM through wireless network. The system were made to help customers who don't have access to their water usage history, preventing them to properly manage it. On a bigger scale, this system could be solution to the company problem on collecting their customer usage data which have to be done by visiting each customer's house monthly.

This system was made by attaching components to water meter that capable of sending meter data to a server to be saved on MySQL database. For usage monitoring, an app made for android smartphone that sends request to server asking for usage data of certain time wanted by the user was used. The data were sent using HTTP protocol on internet connectivity gained from Ethernet module on water meter part and either cellular connection or Wi-Fi on android smartphone part.

Results gotten from the conducted tests show that functional-wise, the monitoring can be done accurately using 1.046 Kbps bandwidth during process. Of the 5 protocol tested, all proved to be working as designed. The tests show that data sending of water meter and data saving on server database are working.

**Keywords**—HTTP, Android, Location based service, Monitoring

## 1. PENDAHULUAN

Hingga saat ini pihak PDAM masih mengumpulkan data penggunaan air pelanggannya dengan memantau secara langsung meteran air pada pipa pelanggan di setiap rumah setiap bulannya. Disamping itu juga para pelanggan belum memiliki akses terhadap detail pemakaian air mereka selain dari jumlah volume dan tagihan bulanan. Dengan membuat pengambilan data air yang dapat dilakukan dari jauh, PDAM dapat melakukan pengambilan data dalam rentang waktu yang jauh lebih kecil dari bulanan. Dengan itu data pemakaian pelanggan secara detail akan dimiliki oleh PDAM dan memungkinkan untuk diakses oleh para pelanggannya.

Untuk melakukan ini dibutuhkan jaringan yang luas, sehingga sistem ini akan dijalankan diatas jaringan nirkabel. Pemantauan dan pengambilan data pelanggan oleh perusahaan semacam ini pernah dilakukan oleh [1], namun terhadap data pemakaian listrik pelanggan oleh PLN dan berhasil dilakukan. Maka dari sini dibutuhkan komunikasi server – klien, dimana dibutuhkan 2 buah klien yang salah satunya akan mengirimkan data perhitungan pemakaian air, dan yang lainnya dapat meminta data pemakaian air di waktu tertentu. Klien yang mengirimkan data perhitungan penggunaan air terletak pada meteran air itu sendiri, sedangkan klien lainnya adalah smartphone sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau penggunaan air mereka. Seluruh data masuk melalui server terlebih dahulu seperti ditunjukkan oleh Gambar 1, dan server tersebut dikelola oleh pihak PDAM. Sedangkan pemantauan untuk PDAM sendiri pernah dilakukan oleh [2] dengan pengiriman data melalui media SMS untuk pemantauan oleh pengguna, namun masih belum diperuntukkan untuk jaringan besar PDAM.

Selain itu penting juga agar data dapat dibagi berdasarkan wilayahnya karena cakupan sistem ini bisa sangat luas. Seperti yang dilakukan oleh [3] yang mengukur kadar CO<sub>2</sub> dan memetakannya berdasarkan lokasi atau wilayah menggunakan GPS. Dengan mengaplikasikan cara ini, maka sistem ini dapat memetakan persebaran penggunaan air di wilayah cakupan operasi PDAM. Pengambilan lokasi akan menggunakan GPS yang umumnya sudah tersedia di smartphone.

## 2. METODE PENELITIAN

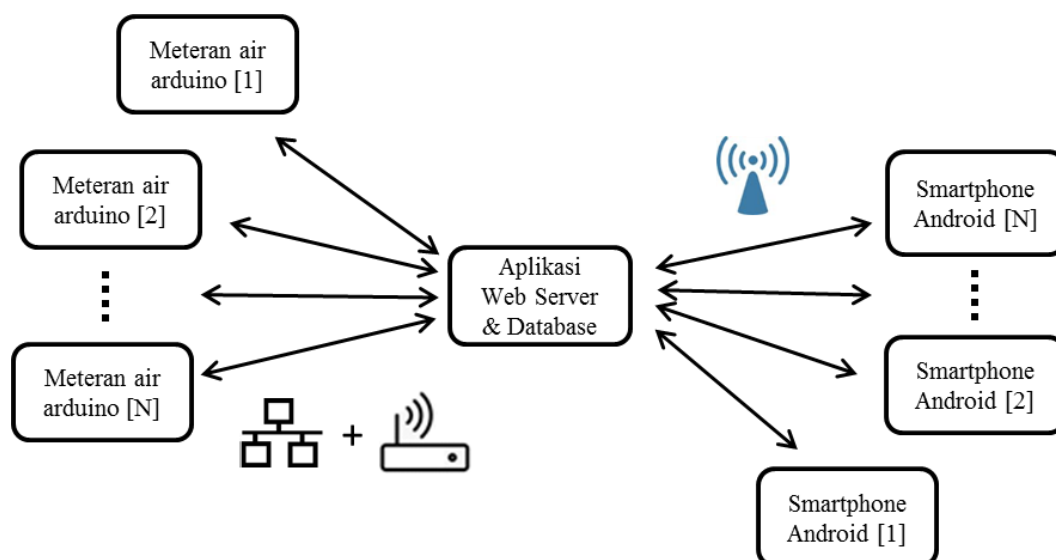
### 2.1 Rancangan Kerja Sistem

Sistem ini dapat menangani pemantauan data secara berkala, dimulai dari meteran air hingga sampai ke tangan pengguna. Maka akan ada dua bagian sistem dari satu sistem besar pemantauan ini: bagian yang memproses agar data tersebut dapat dipantau, yaitu sistem pada meteran, dan bagian yang dapat memantau data tersebut secara mobile, yang pada sistem ini diwakili oleh penggunaan smartphone.

Data perlu diletakkan di suatu server yang diperuntukkan untuk dikelola oleh PDAM. Sebagai tempat terpusatnya data, penyimpanan data dari hitungan meteran akan diambil alih server. Begitu juga permintaan pengguna untuk meminta data penggunaannya melalui smartphone juga dilayani oleh server sebagai tempat data tersebut berada. Agar data dari meteran seorang pengguna dapat diambil oleh smartphone pengguna tersebut, dan bukan data pengguna lainnya, maka akan ada akun dan id spesifik yang menghubungkan keduanya. Untuk mendapatkan akun tersebut pengguna harus melakukan otentikasi semacam registrasi dan login. Berhubung sistem ini terbagi menjadi 2 bagian yang terpisah, maka otentikasi harus dilakukan pada kedua bagian sistem tersebut (meteran dan smartphone),

Pada penelitian ini, rancangan sistem meteran diwakili oleh arduino, sedangkan sistem pada smartphone dijalankan diatas platform android. Kedua bagian ini harus dapat berkomunikasi dengan server secara nirkabel. Oleh karena itu akan digunakan Ethernet shield agar arduino dapat terhubung ke jaringan internet. Fitur koneksi nirkabel sudah ada pada smartphone, baik itu langsung dari jaringan provider seluler maupun wifi. Perhitungan debit air

pada meteran akan dilakukan menggunakan simulasi untuk menjaga fokus penelitian tetap pada pendistribusian datanya. Diagram kerja keseluruhan sistem ini ditunjukkan oleh Gambar 1



Gambar 1 Diagram kerja sistem

## 2.2 HTTP

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) yang digunakan dalam sistem ini ialah sebuah aturan untuk mentransfer file, bisa berupa teks, gambar, suara, video atau file multimedia lainnya, ke web internet. Komunikasi antara client dan server terjadi via suatu pasangan request-response. Client membuat sebuah pesan HTTP request yang akan dilayani server dengan balasan berupa HTTP response. Web browser yang biasa digunakan pengguna ialah sebuah client HTTP yang mengirim request ke server. Ketika pengguna browser membuka halaman dengan mengetik pada url atau mengklik sebuah link hypertext, browser membuat sebuah request HTTP dan mengirimnya ke alamat IP yang ditunjuk oleh url. Server menerima request tersebut dan mengirim kembali file yang diminta, atau yang berhubungan.

Pada client meteran air, protokol digunakan dari client untuk mengirim data penggunaan user ke server dengan balasan konfirmasi dari server, sedangkan pada client smartphone, protokol digunakan untuk mengirim request ke server dan mengirim balasan data yang diminta kembali ke client.

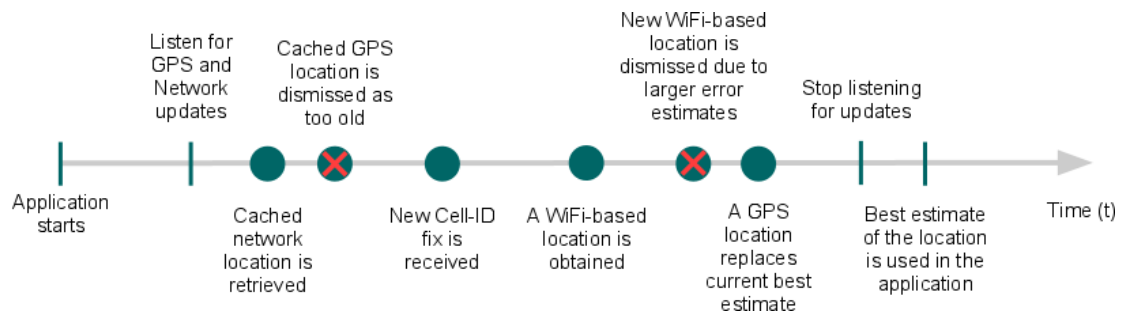
## 2.3 Android Location API

Android menyediakan beberapa kelas yang berhubungan dengan pencarian lokasi yang mengatur terjadinya alur request pencarian lokasi di android pada Gambar 2 Diantaranya sebagai berikut:

- Location Manager: Kelas ini memberi akses ke layanan lokasi.
- Location Provider: Kelas ini memberi update berkala mengenai posisi geografis
- Location Listener: Kelas ini akan memanggil sebuah method ketika lokasi berubah. Objek kelas ini harus dihubungkan ke Location Manager.

Criteria: Kelas ini dapat memilih Location Provider yang cocok tergantung dari set property yang diinginkan [4].

Android juga memberi suatu API untuk akses ke google maps. Dengan komponen ini kita dapat menunjukkan posisi yang didapat ke peta, atau mengambil alamat darinya. Proses ini dinamakan reverse-geocoding. Proses sebaliknya, geocoding, adalah menggunakan alamat untuk mencari koordinatnya. Proses geocoding ini yang akan diaplikasikan pada sistem untuk mengubah data koordinat dari GPS smartphone menjadi nama lokasi.



Gambar 2 Alur pengambilan lokasi pada sistem android

## 2.4 Database

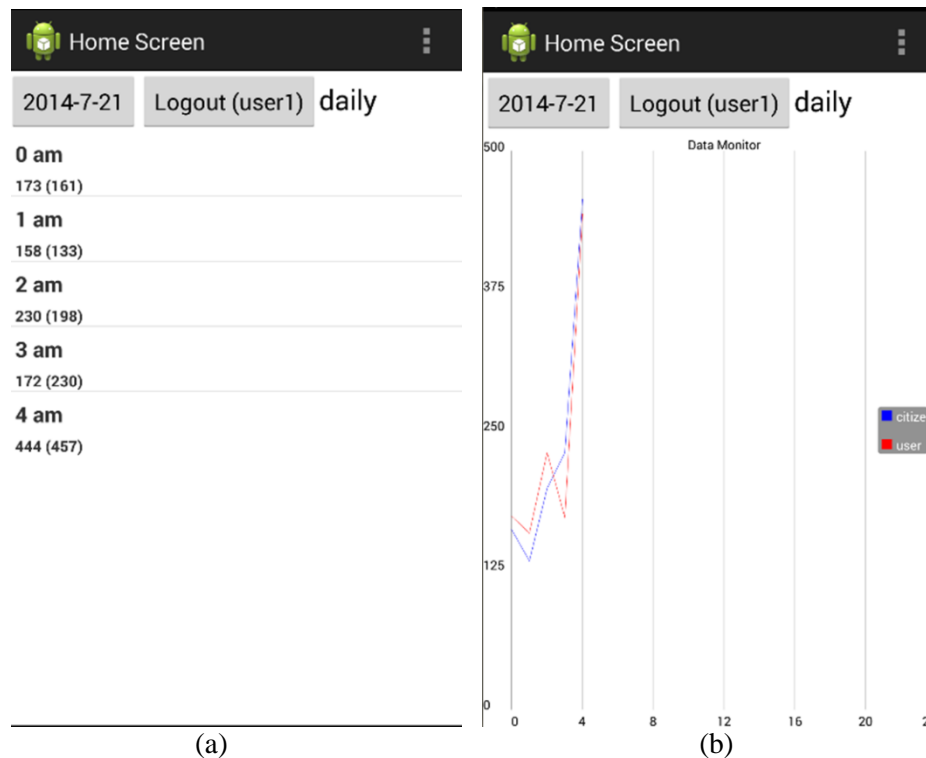
Database digunakan untuk dapat menyimpan data secara terstruktur, yang memudahkan dalam pencarian data dan pengelolaannya. Database pada server yang menggunakan MySQL digunakan untuk menyimpan data pengguna dan data pemakaian mereka.

# 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 3.1 Fungsionalitas Pemantauan

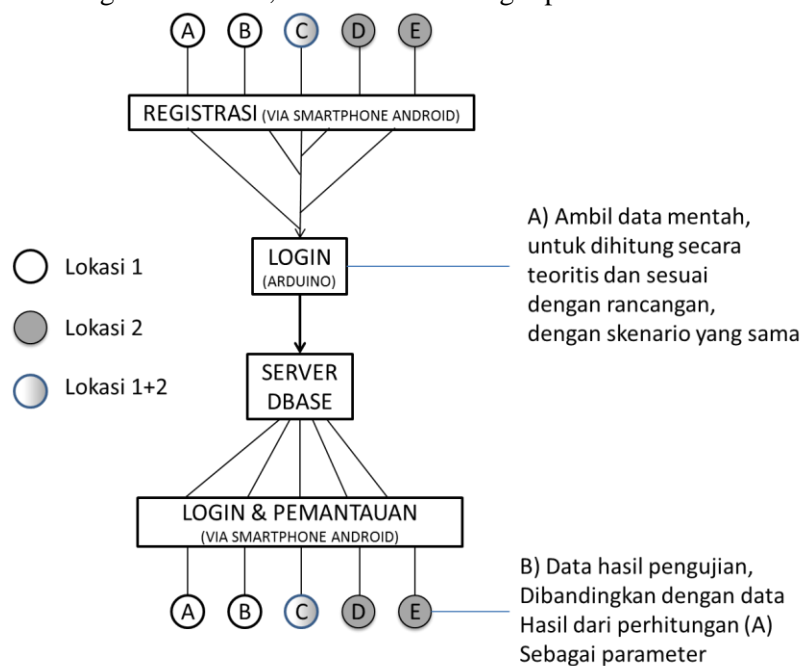
Rancang bangun sistem ini memiliki dua buah fungsi utama. Salah satunya ialah kemampuan untuk mengoleksi data pemakaian air para pelanggan PDAM dari meteran air di pipa, yang dalam penelitian ini diwujudkan dengan simulasi menggunakan arduino, ke server. Fungsi lainnya ialah memberi akses agar data tersebut dapat juga dipantau oleh pelanggan melalui smartphone android masing-masing.

Setiap pelanggan dapat terlebih dahulu melakukan registrasi akun agar datanya terdaftar di server. Setelah registrasi, maka pelanggan dapat melakukan login di meteran arduinonya maupun di smartphone androidnya. Pada meteran arduino, setelah proses login berhasil, maka setiap jamnya, hasil perhitungan jumlah volume air yang keluar akan dikirim ke server dan disimpan di database server. Data-data penggunaan air pelanggan tersebut yang berhasil disimpan di dalam database server dapat dipantau oleh mereka sendiri dengan melakukan login pada aplikasi di smartphone android mereka masing-masing. Hasil tampilan yang muncul pada pemantauan di smartphone ditunjukkan pada Gambar 3a. Sedangkan pada Gambar 3b ditunjukkan grafik pemakaian pribadi pelanggan tersebut (warna merah), yang dibandingkan dengan rerata pemakaian air wilayah di kota pelanggan itu sendiri (warna biru). Pengambilan lokasi pelanggan menggunakan gps pada smartphone dilakukan pada saat registrasi, atau bisa juga dilakukan setelah login.



Gambar 3 Tampilan hasil pemantauan pada aplikasi smartphone

Pengujian yang dilakukan mencakup tahapan yang diperlukan oleh pengguna dari awal registrasi hingga sampai dapat dilakukan pemantauan. Ilustrasi tahap pengujian tersebut digambarkan pada Gambar 4. Dibuat suatu skenario dimana ada 5 sampel pelanggan (A, B, C, D, dan E) dari 2 kelompok lokasi kota yang berbeda. Pengujian dimulai dengan melakukan registrasi setiap pengguna melalui smartphone di suatu lokasi di bagian kota yang sudah ditentukan. Setelah registrasi sukses, maka dilakukan login pada sistem meteran arduino,



Gambar 4 Tahap pengujian fungsionalitas

sehingga pengiriman data ke server dimulai. Pada setiap pengiriman data ke server, data yang terkirim melalui akun setiap pelanggan dicatat untuk nantinya dibandingkan dengan hasil pemantauan di smartphone. Namun ada perlakuan khusus pada salah satu pelanggan (pelanggan C), dimana data lokasinya diubah pada suatu waktu di pertengahan proses pengiriman tersebut. Tahap terakhir yang dilakukan ialah login pada smartphone dan melakukan pemantauan data melalui akun masing-masing pelanggan tersebut.


Hasil yang terpampang pada aplikasi di smartphone tersebut dibandingkan dengan perhitungan yang dilakukan secara teoritis, dari data yang dicatat ketika meteran mengirimkan data ke server. Perbandingan dilakukan pada data penggunaan pribadi maupun data penggunaan rerata wilayah. Tabel 1 menunjukkan data setiap jam milik setiap pelanggan yang dikirim dan disimpan ke server. Pada bagian ini, data yang diambil secara teoritis sama dengan data yang terpampang di pemantauan. Data ini menjadi data mentah yang akan diolah untuk dijadikan parameter pada tahap berikutnya. Dari data ini dihitung rerata wilayah untuk masing-masing interval harian maupun bulanan.


Tabel 1 Data pribadi pelanggan untuk interval harian

#	Waktu		A	B	C	D	E	#	Waktu		A	B	C	D	E
1	21 Juli	00	173	149	191	466	425	16	24 Juli	00	229	336	395	289	489
2		01	158	107	421	122	401	17		01	140	263	251	207	269
3		02	230	165	193	465	489	18		02	312	461	103	203	383
4		03	172	288	422	340	342	19		03	403	146	122	427	128
5		04	444	470	320	291	146	20		04	469	467	430	351	170
6	22 Juli	00	178	246	242	376	414	21	25 Juli	00	209	181	449	232	385
7		01	423	445	120	105	220	22		01	457	392	489	181	191
8		02	209	339	460	240	390	23		02	460	178	475	451	385
9		03	140	108	165	173	423	24		03	233	219	345	472	477
10		04	265	479	429	229	353	25		04	399	269	164	165	416
11	23 Juli	00	192	211	254	364	406	26	26 Juli	00	378	250	119	361	127
12		01	342	249	281	224	423	27		01	316	169	425	298	247
13		02	487	184	250	106	160	28		02	235	277	262	433	310
14		03	203	414	222	398	174	29		03	397	492	320	106	180
15		04	427	226	211	183	103	30		04	326	158	245	335	317
								31	27Juli	00	412	293	409	137	131
								32		01	167	201	290	111	204
								33		02	310	177	240	493	366
								34		03	133	428	373	380	257
								35		04	279	423	444	356	414

= Sleman

= Yogyakarta


 = Sleman


 = Yogyakarta

Dari data pada Tabel 1 dapat dilakukan perhitungan teoritis (perhitungan diluar sistem yang sudah dibuat) untuk mengetahui rerata wilayah hariannya dan nantinya menghitung pemakaian bulanan tiap pelanggan dan rerata wilayah bulanannya. Tabel 2 menunjukkan data rerata wilayah dalam interval harian, dimana masih didapat data pada pemantauan di smartphone cocok dengan data perhitungan teoritis. Pada bagian interval harian ini belum terlihat pengaruh dari perpindahan lokasi pelanggan C yang dilakukan saat pengujian terhadap hasil perhitungan rerata wilayah, dikarenakan interval harian masih menunjukkan data setiap jam. Namun pada Tabel 2 terlihat bahwa pada tanggal 24 juli, ada waktu dimana data pelanggan C mengalami perpindahan lokasi.

Tabel 2 Data rerata pelanggan di setiap wilayah interval harian

DAILY									
Waktu		Data			Waktu		Data		
21 Juli	00	161.0	360.7		24 Juli	00	282.5	391.0	
	01	132.5	314.7			01	218.0	238.0	
	02	197.5	382.3			02	292.0	293.0	
	03	230.0	368.0			03	223.7	277.5	
	04	457.0	252.3			04	455.3	260.5	
22 Juli	00	212.0	344.0		25 Juli	00	279.7	308.5	
	01	434.0	148.3			01	446.0	186.0	
	02	274.0	363.3			02	371.0	418.0	
	03	124.0	253.7			03	265.7	474.5	
	04	372.0	337.0			04	277.3	290.5	
23 Juli	00	201.5	341.3		26 Juli	00	249.0	244.0	
	01	295.5	309.3			01	303.3	272.5	
	02	335.5	172.0			02	258.0	371.5	
	03	308.5	264.7			03	403.0	143.0	
	04	326.5	165.7			04	243.0	326.0	
					27 Juli	00	371.3	134.0	
						01	219.3	157.5	
						02	242.3	429.5	
						03	311.3	318.5	
						04	382.0	385.0	

 = Sleman


 = Yogyakarta

Pada Tabel 3, dapat dilihat pengaruh dari perlakuan yang dilakukan pada pelanggan C saat pengujian karena interval bulanan menunjukkan total penggunaan setiap harinya. Dengan diubahnya lokasi pada waktu tertentu, yaitu pada suatu waktu di tanggal 24 juli, maka rerata wilayah pada satu hari itu mengalami transisi sehingga tidak sesuai dengan rerata wilayah manapun. Namun perhitungan secara teoritis membuktikan bahwa hasil perhitungan tersebut sudah tepat. Selain dari tanggal itu, karena tidak ada perpindahan lokasi, maka rerata penggunaannya sama dengan rerata wilayah ketika sebelum maupun sesudah perpindahan lokasi.

Tabel 3 Data rerata bulanan di setiap wilayah

MONTHLY					
Waktu	Data Wilayah		User A	User C	User D
21 Juli	1178.0	1678.0	1178.0	1678.0	1678.0
22 Juli	1416.0	1446.3	1416.0	1446.3	1446.3
23 Juli	1467.5	1253.0	1467.5	1253.0	1253.0
24 Juli	1471.5	1460.0	1471.5	1580.0	1460.0
25 Juli	1639.7	1677.5	1639.7	1639.7	1677.5
26 Juli	1456.3	1357.0	1456.3	1456.3	1357.0
27 Juli	1526.3	1424.5	1526.3	1526.3	1424.5

 = Sleman

 = Yogyakarta

### 3.2 Protokol

Beberapa protokol penting yang digunakan ialah protokol untuk login/registrasi, request pemantauan ke server dan pengambilan lokasi melalui smartphone, dan pengiriman data volume air perjam dari meteran arduino. Keberhasilan uji fungsionalitas menunjukkan bahwa protokol berfungsi dengan baik ketika setiap request dari client berhasil dilaksanakan oleh server. Maka dilakukan pengujian untuk menunjukkan jalannya protokol ketika terdapat response dari server yang menunjukkan kegagalan.

Pada login arduino, jika data login tidak ditemukan, maka sistem meteran arduino akan meminta ulang user untuk mengisi data login (username dan password). Pada android juga dilakukan hal yang sama. Pada bagian pengambilan lokasi dengan smartphone, apabila penentuan lokasi mengalami halangan sehingga nama wilayah tidak bisa diambil, maka akan ditampilkan *pop-up message* yang menandai bahwa lokasi tidak bisa ditemukan, begitu pula

dengan pemantauan ketika data tidak ditemukan pada waktu tersebut. Untuk meteran arduino, jika data gagal disimpan di server setelah beberapa kali percobaan, maka data akan disimpan sementara di EEPROM arduino, dan akan dicoba untuk dikirim kembali pada jam berikutnya setelah data di waktu tersebut berhasil dikirim. Jika data di EEPROM berhasil terkirim, maka data tersebut akan dihapus. Namun jika masih belum berhasil, maka data tersebut tetap disimpan. Gambar 5 menunjukkan sampel beberapa *request* yang terkirim dan *response* yang jika diterima akan membuat sistem melakukan hal yang sudah disebutkan di atas, dimana bagian 6a menunjukkan protokol antara client android-server, sedangkan 6b menunjukkan antara client arduino-server.

(a)

*Login android*

- Header Request:

```
POST http://ayambakarr.tk/API/ HTTP/1.1
Host: ayambakarr.tk
Body: tag=login&username=user2&password=user
```

- Pesan Response:

```
{"tag":"login","success":1,"error":0,"user":{"userid":"2","name":"user
2","username":"user2","created_at":"2014-07-19
14:50:40","updated_at":"2014-07-21 00:28:14","curdate":"20140721"}}
```

- Response gagal:

```
{"tag":"login","success":0,"error":1,"error_msg":"Incorrect username
or password!"}
```

*Register android*

- Header Request:

```
POST http://ayambakarr.tk/API/ HTTP/1.1
Host: ayambakarr.tk
Body: tag=register&name=sean&username=sean&password=sean&latlng=-
7.777541602,110.3743172
```

- Pesan Response:

```
{"tag":"register","success":1,"error":0,"user":{"userid":"20","name":"
sean","username":"sean","created_at":"2014-07-21
06:44:35","updated_at":"2014-07-21 06:44:35","locality":"Yogyakarta
City","curdate":"20140721"}}
```

- Response gagal:

```
{"tag":"register","success":0,"error":2,"error_msg":"User already
existed"}
```

*Request data penggunaan air*

- Header Request:

```
GET /getdailydataTes.php?usageid=320140724&viewtag=daily&loctag=global
HTTP/1.1
Host: ayambakarr.tk
```

- Pesan Response:

```
{"products":[{"time":"0","usagevalue":"395","allusagevalue":"283"}, {"time":"1"
,"usagevalue":"251","allusagevalue":"218"}, {"time":"2","usagevalue":"103","all
usagevalue":"292"}, {"time":"3","usagevalue":"122","allusagevalue":"224"}, {"tim
e":"4","usagevalue":"430","allusagevalue":"455"}], "success":1}
```

- Response gagal:

```
{"success":0,"message":"No usage data found"}
```



(b)	
<i>Login arduino</i>	
• Format Request:	GET /API/?tag=login&username=user5&password=user HTTP/1.1
• Pesan Response:	<512030>
• Response gagal:	<f0>
<i>Update data arduino</i>	
• Format Request:	GET /API/?tag=update&userid=12&value=122&time=212 HTTP/1.1
• Pesan Response:	<s03>
• Response gagal:	<e0> atau <e1>

Gambar 5 Daftar protokol android-server dan arduino-server

### 3.3 Bandwith

Dengan menghitung setiap byte yang terkirim dan diterima dalam setiap alur request-response, serta menghitung *response time*-nya dapat dihitung estimasi bandwith yang digunakan pada setiap komunikasi. Tabel 4 menunjukkan data byte dan response time dari beberapa keadaan (*Test case*). Sedangkan Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan estimasi bandwith-nya. Penjelasan *test case* no.1 dan 2 ialah request pemantauan harian dan bulanan melalui smartphone dengan balasan data penuh 24 jam dan 30 hari. Sedangkan kasus no.3 dan 4 tidak ditemukan data di database sehingga tidak ada balasan. *Test case* no. 5 – 8 menunjukkan pengiriman data meteran arduino dengan variasi jumlah byte yang dikirim, dimana byte yang dikirim meliputi gabungan data userid, dan data volume penggunaan air.

Tabel 4 Daftar jumlah byte dan response time

#	Test Case	Time Avg. (s)	Min. (s)	Max 99% (s)	Max. (s)	Avg. Sent bytes	Avg. Received bytes (KB)	Avg. Response Body size (B)
1	daily full response	0.586	0.491	0.552	2.269	125	601.86	395
2	monthly full response	0.573	0.493	0.551	1.67	127	689.62	308
3	daily zero response	0.584	0.501	0.548	2.327	125	347.86	54
4	monthly zero response	0.598	0.482	0.569	2.018	127	347.48	53
5	Update 7 digit (min)	0.542	0.47	0.536	0.829	112	307.86	13
6	Update 8 digit	0.537	0.472	0.53	0.877	113	308.62	13
7	Update 10 digit	0.559	0.478	0.526	2.175	115	309	14
8	Update 14 digit (max)	0.581	0.487	0.552	2.03	120	307.86	13

Tabel 5 Daftar perhitungan estimasi bandwith

#	Test Case	Bandwith (kB/s)	Time Avg. (s)	Avg. Sent-received bytes (kB)
1	daily full response	0.602	0.586	0.727
2	monthly full response	0.690	0.573	0.817
3	daily zero response	0.348	0.584	0.473
4	monthly zero response	0.347	0.598	0.474
6	Update 7 digit (min)	0.308	0.542	0.420
5	Update 8 digit	0.309	0.537	0.422
7	Update 10 digit	0.309	0.559	0.424
8	Update 14 digit (max)	0.308	0.639	0.428

Dari data pada Tabel 5 maka didapatkan rata-rata pemakaian bandwidth setiap pemantauan yang dilakukan melalui smartphone android ialah 0.623 KB/s (*test case* 1-4). Sedangkan update pada meteran arduino membutuhkan rata-rata bandwidth 0.423 KB/s per pengiriman (*test case* 5-8). Maka ketika server dengan kapasitas bandwidth 10Mbps (Megabits per second) digunakan, server tersebut secara teori mampu melayani lebih dari 2000 client secara bersamaan dalam satu waktu.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian dengan skenario yang sama, hasil pemantauan lima pengguna yang diujikan sesuai dengan hasil perhitungan teoritis yang sesuai dengan rancangan.
2. Protokol yang digunakan berhasil dijalankan dengan baik, terbukti dengan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa 5 dari 5 protokol yang diuji menunjukkan informasi yang sama dengan yang diinginkan pada rancangan.
3. Data pemantauan melalui *smartphone* dapat dibuktikan sesuai dengan hasil perhitungan teoritis atas data yang sama dengan skenario yang sama.
4. Pemantauan dari smartphone android menggunakan bandwidth rata-rata 0.623 KBps, sedangkan penyimpanan ke server oleh meteran arduino menggunakan rata-rata bandwidth 0.423 KBps.

#### 5. SARAN

Berikut saran untuk pengembangan sistem dalam penelitian selanjutnya:

1. Menggunakan sistem dengan server sendiri atau server yang lebih baik performanya.
2. Dapat mengintegrasikan sistem meteran dengan sensor sesungguhnya.
3. Dapat mengujikan performa sistem pada keadaan yang lebih mendekati kasus nyata.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lutfi, M. E., 2013, Purwarupa kWh Meter Prabayar Berbasis Sensor Network, Skripsi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika FMIPA UGM, Yogyakarta.
- [2] Raharjo, N.B., Widodo, T.S., dan Susanto, A. 2010, Sistem Monitoring Volume Air Pada Meteran Air PDAM Menggunakan Media Komunikasi SMS, *Jurnal Penelitian Teknik Elektro*, Yogyakarta.
- [3] Anuruddha, T.A.S., Atsushi, M., dan Ozawa, S., 2013, Development of GPS Assisted Online CO<sub>2</sub> Temperature Mapping System, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Japan.
- [4] Singhal, M. dan Shukla, A. 2012, Implementation of Location based Services in Android using GPS and Web Services, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 9, Issue 1, No 2, January 2012, India.